

La reacción de bloqueo alfa, una prueba neurofisiológica para la evaluación de los fenómenos de la atención

Gral. de Div. Ret. M.C. Jorge Islas-Marroquín,* Tte. Cor. M.C. María del Carmen Xicohténcatl-Mendoza**

Escuela Médico Militar. Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción. El presente estudio tiene por objeto validar la Reacción de Bloqueo Alfa como una prueba de electroencefalografía digital, neurofisiológica clínica no invasiva para evaluar los fenómenos de la atención en el ser humano despierto.

Métodos. En un grupo de 80 adultos masculinos y femeninos con edades entre los 25 y los 60 años, neurológica y mentalmente sanos, se les aplicó un protocolo de estudio que consistió en: 1) Examen Neurológico, incluyendo el Miniexamen del Estado Mental y la escala de Hamilton para Depresión. 2) Evaluación neuropsicológica de la atención mediante la prueba "d2" de Brickenkamp y Zillmer, para atención general y concentración, y la prueba de atención visual de Ruff "2 y 7". 3) Registro Electroencefalográfico Digital y medición de la Reacción de Bloqueo Alfa occipital (RBA). Al término de las pruebas se tabularon los datos y se calcularon las diferencias estadísticas, regresiones y correlaciones entre las diferentes variables medidas.

Resultados. La RBA mostró altos porcentajes de bloqueo alfa occipital en los sujetos sanos y sólo hubo una correlación inversa con la edad de los individuos.

Conclusiones. En este estudio, la RBA muestra características que permiten proponerla como una prueba semicuantitativa para explorar la aplicación y el mantenimiento de la atención mental.

Palabras clave: Atención, métodos neurofisiológicos, bloqueo Alfa, EEG digital.

The alpha blocking reaction, a neurophysiological test for assessment of the attention phenomena

ABSTRACT

Introduction. The goal of this study is to validate the Alpha Blocking Reaction (ABR), a Digital EEG test, as a clinical neurophysiological test for assessing the attention in the adult awake human.

Methods. In a group of healthy 80 adult men and women. Aged 25 to 60 years, a study protocol was performed: 1) Neurologic examination, including the Folstein's Minimal test, and The Hamilton's scale for Depression. 2) Neuropsychological assessment of their attention by means The "d2" Brickenkamp & Zillmer test, for general attention, and the Ruff 2 & 7 test for visual attention. 3) Digital EEG recording and measuring of the Alpha Blocking Reaction (ABR), and at the end of the protocol, Statistical differences, regressions and correlations between all the variables, were estimated.

Results. The ABR showed high rates of blocking the occipital alpha activity in the healthy subjects, and an inverse correlation with the age of subjects.

Conclusions. The EEG Alpha Blocking Reaction in this study, shows its characteristics as a non invasive, easy to do, semi-quantitative method to assess, and to measure applying and sustaining mental attention in awake humans.

Key words: Attention, assessment, neurophysiological method, Alpha Blocking.

Introducción

El término **Atención** tiene que ver, en el ser humano, con actividad mental, organización, selectividad, direccionalidad, interés, intención, precisión, y tarea inmediata. De hecho es el mecanismo implicado en la activación, el funcionamiento y el control de los procesos y/o operaciones de selección, distribución y mantenimiento de la actividad mental.

Del sinnúmero de definiciones que existen sobre la atención, hemos seleccionado aquella que, con fines operacionales, se apega más a nuestro estudio:

"La atención visual espacial es una función básica del encéfalo que permite seleccionar y preferentemente procesar información altamente prioritaria en los campos visuales".^{1,2}

Por otra parte, las estructuras y funciones involucradas en las diferentes modalidades de la atención, exceden los

* Servicio de Neurología. Hospital Ángeles MOCEL. ** Departamento de Fisiología, Escuela Médico Militar. México, D.F.

Correspondencia: Dr. Jorge Islas-Marroquín

Gelati 33-102, Col. San Miguel Chapultepec, Deleg. Miguel Hidalgo, C.P. 11850, México, D.F. Tel.: 55 5273-2898 Cel.: 55 5435-4870. Correo-e: jorgeislasm@yahoo.com

Artículo recibido: Abril 27, 2014.

Artículo aceptado: Junio 8, 2014.

alcances de este trabajo y nos vemos en la necesidad de concretarnos a los conceptos estrictamente relacionados con nuestro tema, así, en los fenómenos neurofisiológicos de la atención participan, cuando menos, áreas corticales y subcorticales de asociación, áreas del Sistema Límbico, áreas talámicas con los sistemas de proyección cortical y las vías sensoriales específicas e inespecíficas, el Sistema Reticular Activador Ascendente de Magoun, con la Sustancia Reticular en general incluyendo sus núcleos inmersos, y el Sistema de Proyección Tálamo-cortical Difusa. Finalmente se pone en acción una serie de generadores y efectores centrales y periféricos cuyas actividades eléctricas son susceptibles de medición.³⁻⁵

De estas estructuras y funciones derivan los indicadores fisiológicos de la atención. En efecto, cuando un sujeto pone en juego un proceso de atención, es posible detectar señales que indican un incremento general en el tono de alerta del organismo. Estas manifestaciones de la actividad externa o exteriorizada del sistema nervioso incluyen cambios en la actividad cardíaca, en la frecuencia respiratoria, vasoconstricción periférica, aparición del reflejo psicogalvánico, aparición del fenómeno de descincronización electroencefalográfica, o Reacción de Alerta, Reacción del despertar o de Bloqueo Alfa, y en fin los Potenciales Evocados Visuales o Auditivos.⁴⁻¹⁰

De ahí que el objetivo principal de este estudio es no sólo detectar algunos indicadores fisiológicos de la atención, sino medirlos en forma precisa y buscar su utilidad para evaluar, en caso de algún trastorno de la atención, el grado de dicho trastorno.

Ahora bien, el fenómeno neurofisiológico que ocurre en la prueba electroencefalográfica de supresión o bloqueo del ritmo alfa se ha supuesto asociado con el estado de alerta y con el fenómeno de fijación de la atención, sin embargo, hasta la fecha no ha sido validada su utilidad como auxilio diagnóstico de los fenómenos o de los trastornos de la atención.

En cambio el Potencial Evocado Auditivo Tardío (onda P300), dentro de las respuestas endógenas o cognitivas a los estímulos sensoriales, ha sido más estudiado como respuesta electrofisiológica para fenómenos cognitivos, no obstante falta demostrar su posible utilidad para evaluar la fijación de la atención.^{4,5,8,11}

Hipótesis

En una muestra representativa de sujetos adultos sanos neurológica y mentalmente, los valores de la Reacción Electroencefalográfica de Bloqueo Alfa, guardan alguna relación con los datos obtenidos en los mismos sujetos por medio de las pruebas neuropsicológicas de evaluación cuantitativa de la atención mental.

Métodos

El estudio se realizó en 80 sujetos voluntarios neurológica y mentalmente sanos, entre los 25 y 60 años de edad que

llenaron al 100% los criterios de inclusión. De ellos 41 fueron hombres y 39 mujeres, de escolaridad uniforme, sin recibir medicamentos de efecto sobre el sistema nervioso y en las condiciones idóneas para realizar las pruebas, a todos los individuos se les aplicó un protocolo de estudio que se muestra a continuación:

Los pasos del Protocolo de Estudio fueron como sigue:

1. Firma de una carta de consentimiento válidamente informado.
2. Evaluación neurológica, incluyendo el Miniexamen del Estado Mental o prueba de Folstein y la prueba de Hamilton para depresión.¹²
3. Prueba de atención visual de "Ruff 2 y 7", y prueba de atención general sostenida "d2" de Bickenkamp y Zillmer".
4. Registro de EEG Digital con análisis espectral en estado de vigilia utilizando para registro un equipo de EEG Digital Bio-logic, Brain Atlas III, con 24 electrodos colocados según el Sistema Internacional 10-20. Se tomó registro en estado "A" ojos cerrados durante dos minutos al cabo de los cuales se pidió a los sujetos que abrieran los ojos y que fijaran la mirada sobre un círculo gris y se les registró en este estado "B" durante dos minutos más. Al terminar el registro se guardó en la memoria de la computadora, se analizaron 60 segundos de duración de cada uno de los estados "A y B" de registro libre de artefactos al que se sometió a un análisis cuantitativo y a una Transformada Rápida de Fourier, para posteriormente desplegar los datos en una gráfica de Espectro de frecuencias.^{6,10} Sobre este Espectro de frecuencias de las derivaciones occipitales, se buscó intencionalmente la Reacción de Bloqueo del Ritmo Alfa de manera cuantitativa obteniendo los valores de frecuencia y amplitud de la derivación occipital izquierda (O1) y occipital derecha (O2) para determinar la potencia por la siguiente fórmula.

$$\text{POTENCIA} = \text{Amplitud}^2 = (\mu\text{V})^2/\text{Hz (frecuencia)}$$

La potencia se calculó en ambas regiones occipitales, O1 y O2, con ojos cerrados (estado A) y ojos abiertos (estado B). Posteriormente se calculó el porcentaje de bloqueo alfa (RBA) con la fórmula siguiente:

$$\text{RBA}(\%) = (\text{POC} - \text{POA} / \text{POC}) (100)$$

donde:

RBA(%) = porcentaje de bloqueo del ritmo alfa occipital.
POC = Potencia del ritmo alfa occipital con los ojos cerrados.
POA = Potencia del ritmo alfa occipital con los ojos abiertos.

Ejemplos de los análisis espectrales y de las gráficas obtenidas se muestran en la *figura 1A* para el Estado "A" con ojos cerrados, y en la *figura 1B* para el estado "B", ojos abiertos.

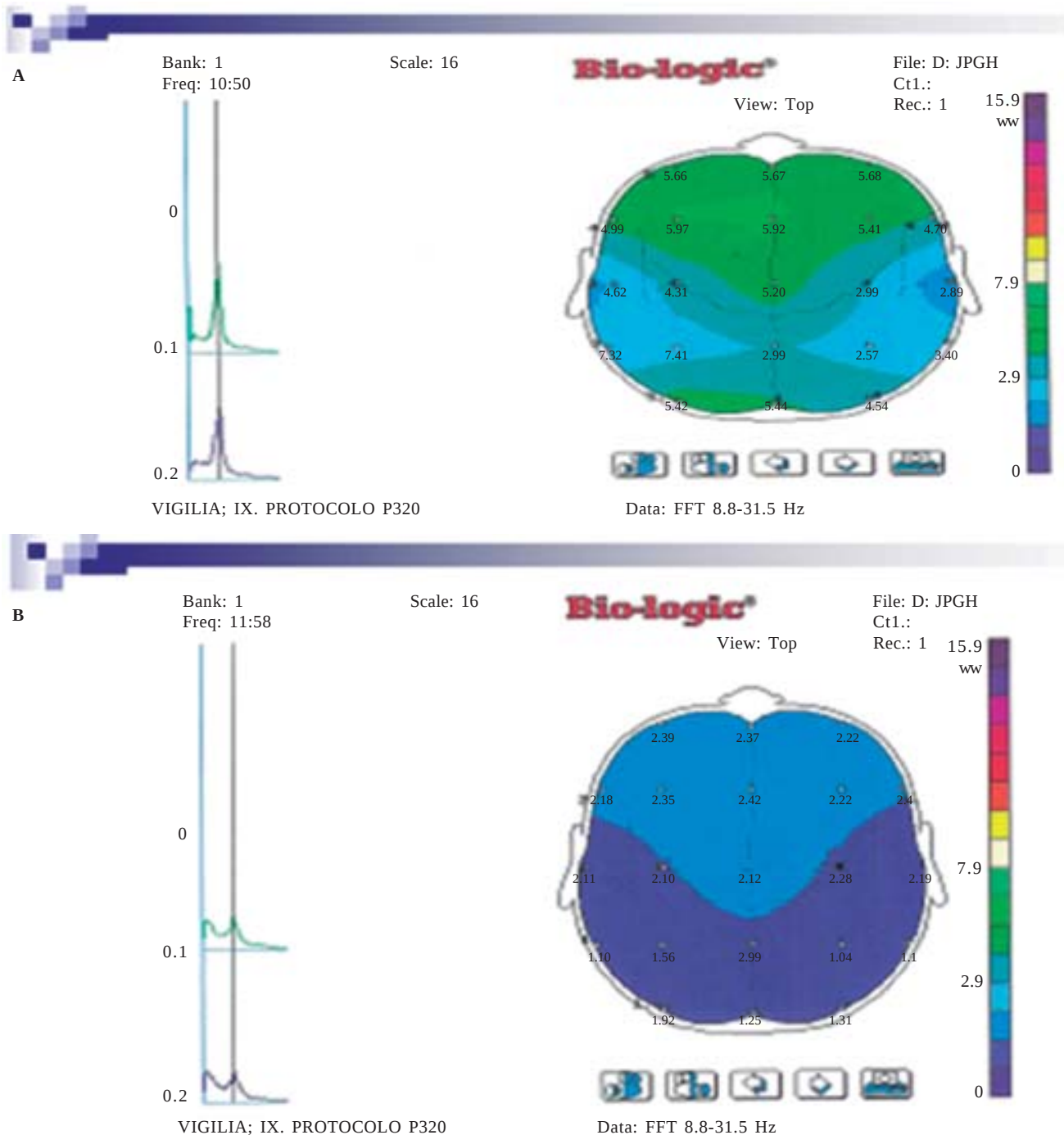


Figura 1. A y B. Análisis espectral ojos cerrados, obsérvense los canales O1 y O2

Tratamiento estadístico

Se utilizó el programa epiDATA para el cálculo de Tamaño de la Muestra estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 90%.

Se utilizó el análisis de varianza ANOVA para valorar las diferencias ente las variables estudiadas. Para las pruebas de correlación y regresión lineal se usó el coeficiente “r” de Pearson y el índice “ñ” de Spearman.

En todos los casos, el nivel de significación estadística fue de $p < 0.05$, y la correlación a nivel de $r = \pm 1$.

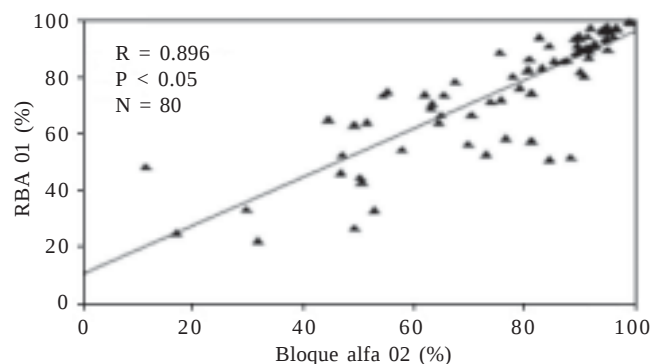
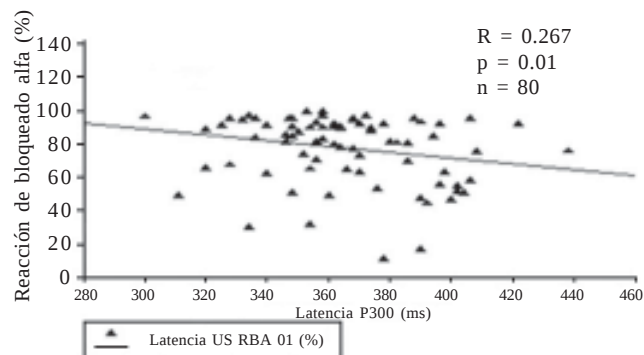
Resultados

El número de 80 individuos de nuestro grupo de estudio correspondió al cálculo de tamaño de la muestra, representativa a partir del número de militares y derechohabientes que

Cuadro 1. Características de los valores obtenidos en la prueba neurofisiológica de la Reacción de Bloqueo Alfa.

Prueba de bloqueo Alfa 01	Media	Desviación estándar	Error estándar	Rango	Max	Min	Mediana
Voltaje ojos cerrados	4.688	2.904	0.325	13.82	14.94	1.12	4.005
Frecuencia ojos cerrados	10.181	1.134	0.127	4.5	12.5	8	10
Voltaje ojos abiertos	1.649	0.709	0.0793	4.35	4.86	0.51	1.505
Frecuencia ojos abiertos	10.107	1.38	0.154	5	12.5	7.5	10.5
Porcentaje de bloqueo Alfa 01	77.117	20.173	2.255	87.82	99.10	11.29	84.536
Porcentaje de bloqueo Alfa 02	76.76	20.241	2.263	77.47	99.28	21.815	84.008

Significación estadística de la R.B.A: Para O1: 77.117-3 D.E. = 16.598. Para O2: 76.76-3 D.E. = 16.037.

**Figura 2.** Análisis de correlación ρ de las respuestas EEG de Bloqueo Alfa en ambas regiones occipitales, O1 y O2.**Figura 3.** Correlación lineal entre la Reacción de Bloqueo Alfa contra latencia de la onda P300 en los 80 sujetos de estudio.

habitan en la 1/a. Zona Militar (área metropolitana de la Ciudad de México). Las características descriptivas de la muestra aparecen en el *cuadro 1*

Los resultados del porcentaje de bloqueo alfa en los sujetos estudiados se muestran en las *figuras 2 y 3*.

Discusión

Los puntajes alcanzados por los sujetos de nuestro grupo de estudio en las pruebas "d2" de Brickenkamp y Zillmer demostraron la utilidad de esta prueba para valorar la atención y la concentración de los individuos de estudio y las puntuaciones de la prueba Ruff 2 y 7 resultaron complementarios de la anterior para explorar la atención selectiva y sostenida.^{7,9}

En relación con la onda P300 y las pruebas neuropsicológicas se encontraron correlaciones adecuadas tanto con la amplitud como con la latencia de esta respuesta, la cual hace evidente su utilidad para evaluar los procesos de atención casi con la misma precisión que con la pruebas neuropsicológicas.⁸

En el caso de la RBA, las correlaciones lineales no son tan altas con las pruebas neuropsicológicas como las de la onda P300, no obstante en el conjunto de las mediciones y de las cifras de nuestro estudio se observa que no hay una distribución Gaussiana como en las demás variables de este estudio, parece más bien seguir una distribución de χ^2 , por lo

cual sería más conveniente usar algún tipo de correlación no paramétrica.^{7,9} En este contexto, en nuestra población de individuos normales, el mínimo valor normal es 20% de Bloqueo Alfa Occipital, al abrir los ojos.

Conclusiones

1. El grupo de nuestro estudio representa una muestra estadísticamente representativa de una cohorte de residentes del área metropolitana de la Ciudad de México.
2. El valor mínimo normal según nuestras observaciones es 20% de Bloqueo Alfa al abrir los ojos.
3. La Reacción de Bloqueo Alfa Occipital, porcentaje de disminución de la potencia alfa occipital al abrir los ojos, es propuesta como una prueba neurofisiológica útil, no invasiva, y fácil de realizar para evaluar los procesos de atención selectiva y sostenida.

Referencias

1. Posner MI, Gilert DC. Attention and primary visual cortex. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999; 96: 2585-7.
2. García J. Psicología de la atención. 2a. Ed. Madrid: Editorial Síntesis; 1997, p. 12-135.
3. Luria AR. El cerebro en acción. 3a. Ed. Barcelona, España: Editorial Martínez, Roca; 1984, p. 254-75.
4. Desimone R, Duncan J. Neural mechanisms of Selective Visual Attention. *Ann. Rev. Neurosci* 1995; 18: 193-222.

5. Kinomura S, Larsson J, Gulyas B, Roland E. Activation by attention of the Human Reticular formation and Thalamic Intralaminar Nuclei Science 1996; 271: 512-15.
6. American Electroencephalographic Society. Guidelines for recording clinical EEG on digital media. J Clin Neurophysiol 1994; 11: 114-15.
7. Islas MJ. Enfermedad Alzheimer, aspectos electroencefalográficos. Rev Sanid Milit Mex 1995; 49(1): 3-6.
8. Faure VA, Rubalcaba FC, Calmonero BM. Onda P300. Normas para su uso en afecciones Neuropsiquiátricas. Rev Hosp de la Habana 2005; 2(1): 168-72.
9. Rebollo HV, Martínez-Duncker RI. Asociación de la reacción electroencefalográfica del Bloqueo Alfa en individuos jóvenes con respecto a su nivel de atención mental visual. Tesis Licenciatura Esc Med Milit 2001. México: 22-26
10. Daly DD, Pedley TA. Current Practice of electroencephalography. New York: 1990, p. 29-148.
11. Magoun HW. Contribuciones a la Electrofisiología del aprendizaje. En: El Cerebro Despierto. Prensa Med Mex; 1968, p. 107-17.
12. Folstein M, Folstein S, McHugh P. Mini-Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinical. J Psychiatry Rees 1975; 12: 189-98.

